

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 09 JUN 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 21 155.1

Anmeldetag: 12. Mai 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug

IPC: H 02 J, B 60 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

02.05.03 Bü/Kei

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Vorrichtung zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Die Spannungsversorgung für elektrische Verbraucher in einem Kraftfahrzeug wird üblicherweise mit Hilfe einer von einem Generator ladbaren Batterie vorgenommen. In modernen Kraftfahrzeugen mit einer Vielzahl von elektrischen Verbrauchern reicht aber ein Spannungsspeicher bzw. eine Batterie zur Spannungsversorgung teilweise nicht mehr aus, so dass zwei getrennte Spannungsspeicher verwendet werden, die entweder miteinander in Serie oder parallel geschaltet sind. Eine Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug, die zwei Spannungsspeicher aufweist, ist beispielsweise aus der Druckschrift DE 41 38 943 C1 bekannt.

Problematisch bei allen Vorrichtungen zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug ist der Betrieb elektrischer Hochstromverbraucher. Das Zuschalten solcher elektrischer Hochstromverbraucher kann im Fahrzeugbordnetz zu einem Spannungseinbruch führen, der unzulässige Minimalspannungen verursacht. Es werden daher in der Druckschrift DE 41 38 943 C1 verschiedene Maßnahmen angegeben, mit denen sich ein Spannungseinbruch zumindest in bestimmten Teilen des Fahrzeugbordnetzes beim Zuschalten eines Hochstromverbrauchers minimieren lässt. Als Beispiel für den Hochstromverbraucher wird jeweils der Starter bzw. Anlasser angegeben, dessen Betrieb während des Startvorgangs, also zu Zeiten, zu denen der Generator ohnehin noch keine Ausgangsleistung abgibt, zu einem Spannungseinbruch führt.

Zur Verringerung dieses Spannungseinbruchs wird dem Starter eine eigene Batterie zugeordnet, darüber hinaus wird er mit Hilfe eines Schalters während des Anlassvorgangs vom restlichen Bordnetz abgekoppelt. Eine zusätzliche Stabilisierung wird in einem Ausführungsbeispiel noch dadurch erreicht, dass außer der Starterbatterie noch zwei weitere Batterien miteinander in Serie geschaltet sind, wobei in diesem Fall der Minuspol der Starterbatterie, der Minuspol einer ersten Batterie und der Pluspol einer zweiten Batterie gemeinsam auf Masse liegen. Durch derartige Spannungsversorgungssysteme wird sicher gestellt, dass zumindest in bestimmten Bereichen des Fahrzeugbordnetzes während des Anlassvorgangs keine unerlaubten Spannungseinbrüche auftreten.

Neben dem Starter existieren in einem modernen Fahrzeugbordnetz aber auch noch weitere Hochstromverbraucher, beispielsweise für die elektrische Bremse, die elektrohydraulische Bremse EHB, für eine elektrisch unterstützte Lenkung (EPS) oder elektrische Zusatzverdichter (EZV). Fahrzeugbordnetze, die solche Verbraucher enthalten, benötigen spezielle Auslegungen bzw. Architekturen, um den deutlich verschärften Belastungen ausreichend Rechnung zu tragen. Diese Bordnetze haben üblicherweise eine Nennspannung von 12V bei PKW und 24V bei NKW, es werden aber auch Bordnetze mit 42V in Erwägung gezogen. Die Erhöhung der Spannung hat zwar den Vorteil, dass bei gleicher elektrischer Leistung geringere Ströme fließen, so dass die Kabelquerschnitte verringert werden können, eine Verhinderung von Spannungseinbrüchen bei der Zuschaltung starker elektrischer Verbraucher wird jedoch nicht in gewünschtem Maß erzielt. Außerdem werden in Fahrzeugbordnetzen mit zumindest in einem Teilbereich erhöhten Spannungen Gleichspannungswandler (DC/DC-Wandler) oder eine Drosselspule benötigt, mit deren Hilfe geeignete Spannungswandlungen durchgeführt werden können. Solche Lösungen sind jedoch insgesamt recht aufwändig und verursachen ungewünscht hohe Kosten.

Neben Batterien als elektrische Energiespeicher können auch spezielle Kondensatoren, sogenannte Super- bzw. Ultracaps eingesetzt werden. Diese Kondensatoren sind relativ leicht und können schnell geladen werden, sie geben ihre Energie jedoch nur unter Inkaufnahme eines signifikanten Spannungseinbruchs ab. Im Gegensatz zu Batterien ist die Kennlinie $U=f(Q)$ bei Kondensatoren stetig linear fallend, d.h. solche Energiespeicher leben von Spannungseinbrüchen. Eine Parallelschaltung eines Supercap zu einer Batterie würde somit für sich genommen das Problem eines Spannungseinbruchs nicht lösen, da

der zur Verfügung stehende Spannungshub von 0,5V den Supercap bezüglich der gespeicherten Energie nur zu etwa 7% beansprucht. Bei einer Parallelschaltung wären damit sehr große Kapazitäten erforderlich, um signifikante Wirkungen zu erzeugen. Eine solche Lösung ist daher weder aus Kosten-, noch aus Gewichtsgründen eine sinnvolle Lösung.

Eine Trennung des Kondensators bzw. der Zweitatterie vom übrigen Bordnetz mit dem Ziel, einen größeren Spannungseinbruch tolerieren zu können, ist zwar machbar, erfordert jedoch einen teuren DC/DC-Wandler zum Laden des Kondensators bzw. der Zweitatterie und zur Bereitstellung des Stationärstromes.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die beim Zuschalten von Hochstromverbrauchern auftretenden Spannungseinbrüche nur noch sehr gering sind, wobei zur Erreichung dieses Vorteils keine zweite Batterie benötigt wird. Dieser Vorteil wird mit Hilfe einer sehr kostengünstigen Spannungsversorgungsschaltung erzielt, die in Folge des minimalen Spannungseinbruchs beim Zuschalten von Hochstromverbrauchern die Lebensdauer aller Bordnetzkomponenten, die konstante Spannung benötigen, verlängern. Besonders vorteilhaft ist, dass die erfindungsgemäße Lösung gegenüber herkömmlichen Systemen nur zu einer minimalen Gewichtszunahme führt. Erzielt werden diese Vorteile durch eine Vorrichtung zur Spannungsversorgung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Die besonderen Vorteile der Erfindung werden erzielt durch die vorteilhafte Kombination der herkömmlichen 12-Volt-Bordnetzachitektur mit kleinen Hochleistungskondensatoren zur Stabilisierung der Anlaufphase des Hochstromverbrauchers, insbesondere des elektrischen Zusatzverdichters EZV. Besonders vorteilhaft ist, dass mit dieser Lösung der Anlaufstrom zu 100% aus einem Kondensator (Supercap) bereitgestellt werden kann und die Übernahme des Stationärstromes zu 100% vom herkömmlichen Bordnetz. Die Supercaps weisen bezüglich Lebensdauer mit den erforderlichen Hochstromimpulsen wesentlich bessere Werte auf, als herkömmliche Batterien. Damit kann in vorteilhafter Weise die Lebensdauer des gesamten Systems gesteigert werden.

Weitere Vorteile der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt. Besonders vorteilhaft sind dabei Systeme, bei denen zwei Super- bzw. Ultracups mit je 50F Kapazität eingesetzt werden, ergänzt durch eine Generatorverstärkung um ca. 30A. In vorteilhafter Weise wird ein Spannungsregler mit einer schnellen "Load-Response-Funktion" eingesetzt und/oder ein Steuergerät mit zwei elektronischen Schaltern und einer Hochstromdiode.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug ergeben sich die Vorteile hinsichtlich Stabilisierung des Spannungseinbruchs (0,5V), ohne eine schwere zweite Batterie bzw. ohne teuren Gleichspannungswandler (DC/DC-Wandler).

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der einzigen Figur der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Beschreibung

In der Figur sind die für das Verständnis der Erfindung erforderlichen Bestandteile eines Fahrzeugbordnetzes dargestellt. Im Einzelnen bezeichnet 10 einen Generator, der mittels eines nicht dargestellten Spannungsreglers so geregelt wird, dass er an seinem Ausgang eine gleichgerichtete Spannung von etwa 14V liefert. Parallel zum Generator 10 liegt die Batterie 11 mit 12V Nennspannung. Die übrigen Bordnetzverbraucher sind mit 12 bezeichnet. Die Verbraucher 12 umfassen eine Vielzahl von elektrischen Verbrauchern im Fahrzeugbordnetz, die entweder ständig mit der Batterie 11 verbunden sind oder zeitweise mit Hilfe geeignet ansteuerbarer Schalter 13 mit der Batterie 11 verbindbar sind.

Ein starker elektrischer Verbraucher, beispielsweise ein elektrischer Zusatzverdichter 14, der für Spannungen von 12 bis 24 Volt ausgelegt sein kann, steht über eine Diode 15 mit dem Pluspol der Batterie 11 bzw. mit dem Ausgang des Generators 10 in Verbindung. Die Diode 15 ist dabei so angeordnet, dass ihre Anode mit dem Pluspol der Batterie 11 in Verbindung steht und ihre Kathode mit dem Hochleistungsverbraucher bzw. dem

elektrischen Zusatzverdichter 14 verbunden ist. Damit kann der elektrische Zusatzverdichter 14 aus der Batterie über die leitende Diode 15 versorgt werden.

5 Zwei Ladungsspeicher, beispielsweise zwei Ultracaps 16, 17, bilden zusammen mit zwei Schaltern 18, 19 eine Schaltungsanordnung, die unter bestimmten Bedingungen mit dem elektrischen Zusatzverdichter 14 verbindbar ist. Die Ultracaps 16, 17 sind beispielsweise für 13,8V ausgelegt und weisen eine Kapazität von jeweils 50F auf.

0 Die in der Figur dargestellte Bordnetzarchitektur zum Betrieb des elektrischen Zusatzverdichters 14 funktioniert wie folgt:

Es werden die beiden Super- bzw. Ultracaps 16, 17 zum Laden bei inaktivem elektrischem Zusatzverdichter parallel mit dem konventionellen 12-Volt-Bordnetz geladen, d.h. die beiden Ladungsspeicher werden mit dem Generator 10 bzw. der Batterie 11 verbunden. Dies geschieht durch entsprechende Ansteuerung der Schalter 17 und 18. Beim Aktivieren des elektrischen Zusatzverdichters wird über ein Steuergerät 20 mit den beiden Hochstromschaltern 18, 19 eine Reihenschaltung der beiden Supercaps 16, 17 hergestellt, so dass die Spannung zur Versorgung des elektrischen Zusatzverdichters verdoppelt wird.

0 Der Spannungseinbruch während der Hochlaufphase des elektrischen Zusatzverdichters beginnt bei einer derartigen Schaltungsanordnung bei 27,6V, so dass zusammen mit der per Hochstromdiode 15 entkoppelten Supercapschaltung keinerlei Spannungseinbruch im 12-Volt-Netz auftreten kann. Die Entladung der Supercaps 16, 17 erfolgt damit mit einem verfügbaren Spannungshub von 27,6 Volt auf 13,8 Volt und einer korrespondierenden Energieentnahme von ca. 75% sehr effizient. Erst nach Übergang in die Stationärphase des elektrischen Zusatzverdichters, bei dem etwa mit halbiertem Strom gearbeitet wird, erfolgt ein weicher Übergang auf das 12-Volt-Bordnetz. Auch dabei bleiben die Supercaps 16, 17 unterstützend im Einsatz. Wird dem Generator 10 als Spannungsregler ein Spannungsregler mit einer Schnellen Load-Response-Charakteristik zugeordnet, so unterstützt dieser Spannungsregler die Stabilisierung des Spannungseinbruchs bei Übergang auf den Stationärbetrieb.

15 Nach Ende der Aktivierung des elektrischen Zusatzverdichters 14 wird zur Nachladung der beiden Supercaps 16 und 17 die Reihenschaltung, vorzugsweise in zwei Schritten,

durch Betätigung der beiden Schalter 18, 19 nacheinander wieder die Parallelschaltung der Supercaps mit dem 12-Volt-Bordnetz hergestellt. Mit der in der Figur dargestellten Schaltung ist zum Nachladen der beiden Supercaps kein teurer Gleichspannungswandler notwendig. In Folge der effizienten Nutzung der beiden Supercaps sind relativ kleine Supercaps in der Größenordnung von $2 \times 50F$ ausreichend. Als Schalter können Schalttransistoren, Relais oder andere geeignete Schalter eingesetzt werden.

In einer alternativen Ausgestaltung kann an Stelle der Hochstromdiode 15 ein linear geregelter bzw. elektronisch gesteuerter weiterer Schalter eingesetzt werden. Die Steuerung der einzelnen Schalter kann mit Hilfe eines separaten Steuergerätes oder vom Motorsteuergerät (Motronic), von einem Bordnetzsteuergerät oder einem eigenen EZV-Steuergerät durchgeführt werden.

Generell werden die beiden Ladungsspeicher 16 und 17 in Reihe geschaltet, wenn der Hochstromverbraucher 14 aktiviert wird und in Parallelschaltung betrieben werden, wenn der Hochstromverbraucher deaktiviert ist, bzw. der Anlaufvorgang des Hochstromverbrauchers abgeschlossen ist. Dabei kann die Umschaltung von der Parallel- in die Serienschaltung in mindestens zwei Stufen oder stetig erfolgen.

02.05.03 Bü/Kei

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Spannungsversorgung für einen Hochstromverbraucher in einem Kraftfahrzeug, mit einem Generator, der eine geregelte Gleichspannung zur Ladung einer Batterie (11) und zur Versorgung einer Vielzahl von Verbrauchern (12) liefert und einem Hochstromverbraucher (14), der über eine Schaltungsanordnung mit der Batterie (11) bzw. dem Generator (10) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung ein erstes elektronisches Bauteil umfasst, das zwischen dem Pluspol der Batterie und dem Hochstromverbraucher liegt und mindestens zwei Ladungsspeicher (16, 17), die über Schaltmittel (18, 19) miteinander verbindbar sind, sowie mit dem Hochstromverbraucher (14) und dem elektronischen Bauelement (15) verbindbar sind und die Schaltmittel (18, 19) von einer Steuereinrichtung (20) in vorgebbbarer Weise betätigt werden.
2. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Ladungsspeicher (16, 17) mittels einer Steuereinrichtung durch entsprechende Schaltung der Schaltmittel (18, 19) in Reihe geschaltet werden, wenn der Hochstromverbraucher (14) aktiviert wird.
3. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Ladungsspeicher (16, 17) mittels einer Steuereinrichtung durch entsprechende Schaltung der Schaltmittel (18, 19) in Parallelschaltung betrieben werden, wenn der Hochstromverbraucher (14) deaktiviert bzw. der Anlaufvorgang des Hochstromverbrauchers abgeschlossen ist.
4. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang von der Reihenschaltung der

mindestens zwei Ladungsspeicher (18, 19) in die Parallelschaltung in mindestens zwei Stufen erfolgt.

5. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang von der Reihenschaltung der mindestens zwei Ladungsspeicher (18, 19) in die Parallelschaltung stetig erfolgt.
6. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochleistungsverbraucher (14) ein elektrischer Zusatzverdichter (EZV), ein elektrischer Piezosteller oder eine elektrische, elektrohydraulische Bremse (EHB) oder elektrisch unterstützt Lenkung (EPS) ist.
7. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiespeicher (16, 17) Superkondensatoren bzw. Super- oder Ultracaps sind.
8. Vorrichtung zur Spannungsversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektronische Bauteil (15) eine Hochstromdiode oder ein elektronisch gesteuerter Schalter oder ein linear geregelter Schalter ist.
9. Vorrichtung zur Spannungsregelung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (20) ein Steuergerät ist, insbesondere ein Bordnetzsteuergerät, ein Motorsteuergerät, ein Steuergerät für einen elektrischen Zusatzverdichter und die Ansteuersignale für die Betätigung der einzelnen Schalter gibt.
10. Verfahren zur Spannungsversorgung, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 vom Steuergerät (20) erkannt wird, sobald ein Hochstromverbraucher zugeschaltet werden soll, dass das Steuergerät (20) dann entsprechende Ansteuersignale an die Schalter (18, 19) abgibt und die erforderliche Spannungsversorgung für die Hochstromverbraucher gewährleistet.

02.05.03 Bü/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Vorrichtung zur Spannungsversorgung in einem Kraftfahrzeug

Zusammenfassung

15

Es wird eine Vorrichtung zur Spannungsversorgung für einen Hochstromverbraucher, insbesondere für einen elektrischen Zusatzverdichter in einem Kraftfahrzeug angegeben, bei der der elektrische Zusatzverdichter mit Hilfe zweier Ultracaps sowie einer Hochstromdiode mit Spannung versorgt wird. Über die Hochstromdiode erfolgt die Spannungsversorgung dabei ausgehend von der Bordnetzatterie, während die Ultracaps in der Anlaufphase des elektrischen Zusatzverdichters kurzfristig eine hohe elektrische Leistung zur Verfügung stellen, bei einer Spannung, die gegenüber der Bordnetzspannung verdoppelt ist.

20

1/1

R 305530

